

**Indicadores del metabolismo gasoenergético de ayuno en ovinos Pelibuey en Cuba****Indicators of the gas-energy fasting metabolism in Pelibuey sheep in Cuba**

Norge Fonseca Fuentes<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6635-3165>, Leticia Tamayo-Ojea<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4975-0630>, Rafael Orlando Garcés-Sariol<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7072-0722>, Alejandro Fonseca-Serrano<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9973-6813>, Jorge Orlay Serrano-Torres<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1710-6322> y Juraj Grizelj<sup>4</sup> 0000-0001-5963-3409

<sup>1</sup>Universidad de Granma, Ministerio de Educación Superior. Carretera de Manzanillo km. 17½, Peralejo, Apartado 21, Bayamo. Cuba.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov. km. 12½, vía Manzanillo, Bayamo. Cuba. <sup>3</sup>Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ministerio de Educación Superior. Carretera Morón esquina Circunvalación. CP. 65 100, Ciego de Ávila. Cuba. <sup>4</sup>Universidad de Zagreb. Trg Republike Hrvatske 14, 10000, Zagreb, Croacia. Correo electrónico: [nfonsecaf@udg.co.cu](mailto:nfonsecaf@udg.co.cu), [jorlay@unica.cu](mailto:jorlay@unica.cu)

**Resumen**

**Objetivo:** Determinar algunos indicadores del metabolismo gasoenergético de ovinos Pelibuey en ayuno, sometidos a pastoreo.

**Materiales y Métodos:** La investigación se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Jorge Dimitrov, en la provincia Granma, Cuba. Se utilizaron 75 ovinos, en pastoreo durante la etapa de crecimiento-ceba, a razón de 25 animales de los genotipos Bermejo, Blanco y Patrón invertido, respectivamente. Los animales se sometieron a inedia hasta 96 horas, para evaluar el cociente respiratorio y la producción de calor cada 24 horas. Se midió la frecuencia respiratoria, la cardíaca y la temperatura rectal.

**Resultados:** La frecuencia respiratoria mostró un promedio de 63 respiraciones por minuto, influenciado por los indicadores climáticos que afectaron la zona de bienestar de los ovinos en pastoreo. La frecuencia cardíaca promedio fue de 75 latidos por minuto, valor que se consideró adecuado para ovinos en condiciones de pastoreo en clima tropical. El metabolismo basal se alcanzó a las 96 horas de ayuno. Se encontraron diferencias en el cociente respiratorio para Bermejo, Blanco y Patrón invertido (0,67; 0,61; 0,64, respectivamente). La producción de calor (KJ/kg w<sup>0.75</sup>/día) también mostró diferencias entre los genotipos (142,3; 129,4 y 139,4 para Bermejo, Blanco y Patrón invertido, respectivamente).

**Conclusiones:** Los ovinos Pelibuey, sometidos a ayuno, alcanzaron el metabolismo basal a las 96 horas después de suspendida la alimentación, período en el que alcanzaron cocientes respiratorios propios de la degradación de las grasas.

**Palabras clave:** frecuencia cardíaca, metabolismo, pastoreo

**Abstract**

**Objective:** To determine some indicators of the gas-energy metabolism of fasting Pelibuey sheep, subject to grazing.

**Materials and Methods:** The research was conducted at the Jorge Dimitrov Research Institute, in the Granma province, Cuba. Seventy-five sheep were used, grazing during the growth-fattening stage, at a rate of 25 animals of the Bermejo, Blanco and Patrón invertido genotypes, respectively. The animals were subject to inedia for up to 96 hours, to evaluate the respiratory quotient and heat production every 24 hours. The respiratory rate, heart rate, and rectal temperature were measured.

**Results:** The respiratory rate showed an average of 63 breaths per minute, influenced by climate indicators that affected the welfare zone of grazing sheep. The average heart rate was 75 beats per minute, a value that was considered adequate for sheep under grazing conditions in a tropical climate. Basal metabolism was reached at 96 hours of fasting. Differences were found in the respiratory quotient for Bermejo, Blanco and Patrón invertido (0,67; 0,61; 0,64, respectively). Heat production (KJ/kg w<sup>0.75</sup>/day) also showed differences among genotypes (142,3; 129,4 and 139,4 for Bermejo, Blanco and Patrón invertido, respectively).

**Conclusions:** The Pelibuey sheep, subject to fasting, reached basal metabolism 96 hours after stopping feeding, period in which they reached respiratory quotients typical of fat degradation.

**Keywords:** heart rate, metabolism, grazing

**Introducción**

En cualquier región del planeta, para obtener un adecuado desarrollo agropecuario es preciso considerar la importancia de cuatro factores: el hombre,

la tierra, el agua y el clima. Cedeño-Saldarriaga (2017) plantea que entre los factores que modifican la producción de carne del ganado ovino se en-

Recibido: 15/10/2021  
Aceptado: 23/03/2022

Como citar este artículo: Fonseca-Fuentes, Norge; Tamayo-Ojea, Leticia; Garcés-Sariol, Rafael Orlando; Fonseca-Serrano, Alejandro; Serrano-Torres, Jorge Orlay Grizelj, & Juraj. Indicadores del metabolismo gasoenergético de ayuno en ovinos Pelibuey en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 45:eE11, 2022.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

cuentra el estrés producido por condiciones medio ambientales adversas, y destaca el que se produce por el calor. El cambio climático aumenta la temperatura ambiental y cambia los patrones circanuales de lluvia en las diferentes regiones agroecológicas del mundo, lo que se deriva de las emisiones de los gases con efecto invernadero. Este fenómeno es el principal que amenaza la producción de alimentos de origen animal y, por consiguiente, la seguridad alimentaria (Sejian *et al.*, 2017).

Justamente, el término clima requiere especial atención, debido a que se entiende como el ambiente donde se manifiesta el potencial productivo de la zona. De esta manera, es necesario conocer en detalle el efecto del clima en los seres vivos, con el objetivo primordial de colocar adecuadamente a cada organismo en su medio ambiente. En el caso de los rumiantes, que son explotados en climas tropicales, con frecuencia enfrentan factores ambientales (temperaturas elevadas, radiación solar intensa, humedad relativa elevada), que afectan el destino de la energía absorbida por el animal, y que pueden incrementar los requerimientos de energía para el mantenimiento.

Uno de los aspectos de interés en la biometeorología animal es evaluar los impactos del ambiente en las respuestas productivas y fisiológicas. El conocimiento del régimen térmico del ambiente, junto con el requerimiento térmico y nutricional de los animales, es una herramienta útil para la toma de decisiones (Cruz-Gamboa, 2020).

Existen en el mundo varios sistemas de cálculo de los requerimientos nutritivos de los animales. Sin embargo, subsisten diferencias en las estimaciones de los requerimientos, así como en la eficiencia de utilización de la EM para el mantenimiento entre los diversos sistemas energéticos. Los sistemas modernos de alimentación energética para los rumiantes (Valadares-Filho *et al.*, 2016) se basan, fundamentalmente, en dos componentes: los requerimientos de energía del animal y el grado en el que un alimento o una combinación de varios alimentos pueden cubrir estos requerimientos. Fonseca-Fuentes *et al.* (2008) señalan que es conocido que todos los sistemas energéticos tienen como objetivo final predecir el comportamiento animal con alto grado de precisión. Sin embargo, se sabe que la mayoría presenta varias limitantes, cuando se aplican.

Con relación a los estudios del ovino Pelibuey en Cuba, se conocen los trabajos de Fonseca-Fuentes *et al.* (2008), quienes midieron el gasto energético, asociado con el consumo y la rumia de esta

raza, en animales en crecimiento-ceba estabulados. Sin embargo, son muy limitadas las investigaciones con relación al metabolismo gasoenergético de los diferentes genotipos de esta raza, lo que afecta su eficiencia y productividad en el ambiente tropical en general.

A partir de estas consideraciones, el objetivo de este trabajo fue desarrollar estudios gasoenergéticos en el ovino Pelibuey en ayuno, para contribuir a la mejora de su eficiencia productiva en la región.

## Materiales y Métodos

**Localización.** La investigación se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Jorge Dimitrov, en la provincia Granma, Cuba. La regionalización climática del área experimental se clasifica según indicó el Hernández-Jiménez (2015), como tipo II, subtipo 6, que se define como llanuras y alturas con humedecimiento estacional relativamente estable, alta evaporación y altas temperaturas.

**Características de los animales.** Se utilizaron 75 ovinos machos Pelibuey en pastoreo de los genotipos Bermejo, Blanco y Patrón invertido a partir de los cuatro meses de edad. Los animales se seleccionaron mediante un diseño completamente aleatorizado para medir su metabolismo de ayuno (25 animales por genotipo). Al total de animales se le realizó análisis coprológico mediante la técnica helminto-ovoscópica, de flotación y sedimentación (Lines *et al.*, 1980). Previo al comienzo del experimento, se les aplicó tratamiento antiparasitario con Levamisol, en dosis de 7,5 mg/kg de peso vivo.

**Manejo y alimentación del rebaño.** El sistema de manejo y alimentación del rebaño consistió en el pastoreo continuo, durante 8 horas, de un área cubierta de pasto estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst), sin fertilización ni riego, con carga de 1 UGM/ha, en el horario comprendido de 8:00 a.m. a 4:00 p.m. Se incluyeron dos horas por la tarde en un banco de proteína de *Leucaena leucocephala* Lam de Witt. Después del horario de pastoreo, los animales permanecieron en las naves de sombra, donde se le ofertó agua y sales minerales a voluntad.

La temperatura rectal se determinó con un termómetro clínico de máxima en el horario de la mañana, al medio día y en la tarde (cinco animales por genotipo). Además, se determinó la frecuencia cardiaca y la respiratoria.

Para el estudio de los indicadores del metabolismo gasoenergético en ayuno (raza y genotipo), los animales se sometieron a inedia hasta 96 horas

(cinco animales por genotipo). Se aplicó la metodología descrita por Kimakovski *et al.* (1979), donde a cada animal seleccionado se le midió la producción de calor a través del intercambio respiratorio, cada 15 días, durante dos días consecutivos. Se realizaron tres muestreos al día (mañana, mediodía y tarde). Se recogió la muestra de aire expirado de cada animal y se analizó la cantidad de O<sub>2</sub> consumido y CO<sub>2</sub> producido.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un análisis de varianza de clasificación simple, y para la diferencia entre medias, la prueba de rango múltiple de Duncan (1955), para lo que se utilizó el programa de análisis de datos Statistics versión 8.0, para Windows StatSoft (Weiß, 2007).

### Resultados y Discusión

En la tabla 1 se presenta el comportamiento del clima, según información obtenida de los archivos meteorológicos de tres estaciones agrometeorológicas que caracterizan el territorio.

Las temperaturas máximas medias anuales registraron valores superiores a los 30 °C, con variaciones entre 30 y 34 °C. Las mínimas medias anuales registraron valores de 19,4 °C, con variaciones entre los 16-21 °C, lo que indica días cálidos con madrugadas frescas. La temperatura media anual en la época menos lluviosa fue de 23,3 °C, mientras que, en la lluviosa, alcanzó 27,3 °C.

El índice temperatura-humedad (ITH) varió entre 72 y 80 durante el periodo evaluado. López *et al.* (2015) consideran que un ovino puede comenzar a experimentar estrés calórico a ITH > 72 unidades. Otros autores como Neves *et al.* (2009) encontraron que las ovejas de pelo comienzan a mostrar signos de estrés calórico cuando el ITH alcanza valores entre 78 y 79 unidades. Varios estudios demuestran que los ovinos de pelo toleran temperaturas mayores que los ovinos de lana. Por consiguiente, es de esperar que el ITH, en el que cualquier raza ovina comienza a experimentar síntomas de estrés calórico se debe usar como referente del proceso de adaptación de los ovinos al ambiente.

Las variables fisiológicas se consideran indicadores eficientes de la tolerancia de los animales a situaciones de estrés por calor, máxime cuando su alimentación básica depende de los pastos y forrajes de baja calidad, aspecto valorado en estudios realizados en otras condiciones (Serrano-Torres *et al.*, 2020). Diferentes estudios demuestran que existen relaciones entre las condiciones climáticas del ambiente y la producción de calor (Vicente *et al.*, 2020), la frecuencia respiratoria (Castillo *et al.*, 2021) y, en menor grado, la frecuencia cardiaca (Serrano-Torres *et al.*, 2021).

En la tabla 2 se muestran los resultados de los patrones de comportamiento promedio de los ovinos

Tabla 1. Comportamiento climático de la zona.

Mes	Temperatura, °C			Humedad relativa, %			ITH	D.D.S. horas	Velocidad del viento km/horas	Precipitaciones, mm
	Máximo	Mínima	Media	Máximo	Mínima	Media				
1	29,6	15,9	22,9	96	76	86	72	8,6	8,3	24,4
2	30,8	16,4	23,9	94	74	84	73	8,3	10,3	42,6
3	31,7	17,8	24,5	95	74	85	74	7,8	9,4	50,5
4	31,6	19,0	24,8	92	73	83	75	7,4	8,3	81,1
5	32,2	20,5	25,9	93	78	86	77	7,5	6,2	134,0
6	33,3	21,5	27,1	95	82	89	78	6,9	6,8	176,0
7	34,0	21,3	27,6	96	79	88	79	7,0	5,1	127,0
8	34,3	21,0	27,9	96	78	87	80	7,6	4,6	97,8
9	33,4	21,3	27,0	97	83	90	80	7,5	5,3	148,0
10	32,2	21,2	26,0	97	85	91	78	7,8	7,3	151,0
11	30,9	19,8	25,0	94	81	88	75	8,3	7,3	37,1
12	30,0	17,8	23,5	97	82	90	73	8,8	7,2	24,4
ITH: índice temperatura-humedad	32,0	19,4	25,4	95	79	87	76	7,8	7,2	1 088,8

Tabla 2. Triada clínica de ovinos machos Pelibuey en pastoreo (valores medios).

Indicador	U/M	Media	DE $\pm$
Frecuencia respiratoria	r/min	63	2,8
Frecuencia cardiaca	lat/min	75	7,1
Temperatura rectal	$^{\circ}$ C	39,3	1,1

DE: desviación estándar

Pelibuey en pastoreo con respecto a estos indicadores.

El valor relativo a la frecuencia respiratoria demostró evidencias de estrés en los animales, ya que un promedio de 63 respiraciones por minuto se encuentra por encima del rango considerado normal para la especie, según Valdés-Hernández y García-López (2002). Estos autores, en investigaciones realizadas en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), encontraron un valor de la frecuencia respiratoria en los ovinos de 12-15 respiraciones por minuto, que según Vicar (2015) se considera normal para la especie. Reyes *et al.* (2018) consideran que es importante conocer que el límite de la temperatura del aire para corderos de engorde es de 10-15  $^{\circ}$ C y, en este caso, los animales estaban expuestos a temperaturas medias de 25,4  $^{\circ}$ C durante todo el año.

Vera-Herrera *et al.* (2019) plantean que cuando el medio físico supera la zona de termoneutralidad, como sucede en ovinos que se manejan sobre la base de pastos en el trópico, se genera un estado de estrés calórico, que produce aumento de la temperatura corporal y de la frecuencia respiratoria, lo que incrementa, a su vez, los requerimientos para mantenimiento, de 7 a 25 %.

Cristóbal-Trinidad (2018) encontró que los animales disminuyen la ingesta, especialmente cuando se les ofrece alimento de baja calidad, debido al esfuerzo que realizan para reducir la producción de calor y al pasaje más lento del alimento por el tracto digestivo.

Otros resultados refieren que la ritmicidad de la temperatura del cuerpo es un importante proceso biológico y un marcador confiable del funcionamiento del organismo (Serrano-Torres *et al.*, 2020), así como un indicador de la salud general de un animal y de su metabolismo energético.

Estos autores refieren, además, que en la variación diaria de la frecuencia cardiaca influyen los cambios en la actividad física y el nivel metabólico, pero también está sincronizada con cambios en

la intensidad de la luz, la temperatura ambiente y otros factores ambientales.

La frecuencia cardiaca promedio de los ovinos fue de 75 latidos por minuto, valor que se considera adecuado para la especie, en condiciones de pastoreo en clima tropical, sometido a una intensa actividad estresante. Serrano-Torres *et al.* (2020) encontraron que este indicador se mantuvo entre los 72,7 y 126,6 latidos por minuto, en la mañana y tarde, respectivamente.

Los indicadores del metabolismo de ayuno, según el genotipo de ovinos Pelibuey a las 72 horas de inedia (tabla 3), mostraron que los animales aún no estaban en ayuno verdadero, al expresar un cociente respiratorio por encima de 0,78 y producción de calor superior a los 475 kJ/kgW<sup>0,75</sup>/día en los tres tipos estudiados.

No obstante, en el cociente respiratorio, el genotipo Blanco (0,78) mostró diferencias significativas con respecto a los animales Patrón invertido (0,81), sin diferir de Bermejo (0,80). Fonseca-Fuentes *et al.* (2008) indicaron valores en el cociente respiratorio de 0,81 en el horario de la mañana; 1,04 al medio día y 0,97 en el horario de la tarde, al evaluar este indicador en ovinos en pastoreo al este de la región oriental de Cuba.

La producción de calor también fue menor en el genotipo Blanco (475,22 kJ/kgw<sup>0,75</sup>/día), con diferencias estadísticas con relación con los animales Bermejo, sin diferir de los de Patrón invertido. En los demás indicadores, no hubo diferencias entre genotipos.

A las 96 horas de inedia (tabla 4), los valores obtenidos permiten afirmar que los animales, previo al muestreo, se encontraban en ayuno verdadero, en un estado próximo al metabolismo basal, al mostrar un cociente respiratorio por debajo de 0,70 y una producción de calor por debajo de 247,6 (kJ/kgw<sup>0,75</sup>/día), para todos los genotipos estudiados. Dougherty (1965) planteó que, en los rumiantes, el metabolismo no alcanza un nivel bajo hasta que han

Tabla 3. Metabolismo de ayuno a las 72 horas de inedia en ovinos machos Pelibuey, según el genotipo.

Indicador	Genotipo			EE ±	Significación
	Bermejo	Blanco	Patrón invertido		
Peso metabólico, kg	14,6	14,4	14,3	0,37	NS
Frecuencia respiratoria, r/min	28,8	26,7	28,5	2,05	NS
Oxígeno utilizado, l/h	8,9	9,0	8,7	0,30	NS
Eliminación de CO <sub>2</sub> , l/h	7,1	7,0	7,9	0,12	NS
Cociente respiratorio	0,80 <sup>ab</sup>	0,78 <sup>a</sup>	0,81 <sup>b</sup>	0,03	*
Producción de calor, kJ/kgW <sup>0,75</sup> /día	482,6 <sup>b</sup>	475,2 <sup>a</sup>	479,3 <sup>ab</sup>	0,95	*

Letras desiguales en la misma fila difieren a  $p < 0,05$

Tabla 4. Metabolismo de ayuno a las 96 horas de inedia en ovinos machos Pelibuey, según genotipo.

Indicador	Genotipo			EE ±	Significación
	Bermejo	Blanco	Patrón invertido		
Peso metabólico, kg	14,5	14,2	14,1	0,33	NS
Frecuencia respiratoria, r/min	19,1	18,6	17,3	1,90	NS
Oxígeno utilizado, l/h	4,9	4,2	4,6	0,90	NS
Eliminación de CO <sub>2</sub> , l/h	3,3	2,6	3,0	0,80	NS
Cociente respiratorio	0,7 <sup>c</sup>	0,6 <sup>a</sup>	0,64 <sup>b</sup>	0,02	**
Producción de calor, kJ/kgW <sup>0,75</sup> /día	142,3 <sup>c</sup>	129,4 <sup>a</sup>	139,4 <sup>b</sup>	0,43	**

Letras desiguales en la misma fila difieren a \* $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$

pasado dos o tres días desde la última comida, y que cocientes respiratorios por debajo de 0,70 indican que los rumiantes se encuentran en un estado de metabolismo basal. Este autor considera que la razón de ello radica en la lentitud del proceso de digestión en el rumiante.

En este caso, 80 % del contenido del tubo digestivo se eliminó entre las 24 y 96 horas después de su ingestión, por lo que el cociente respiratorio de los ovinos en ayuno alcanzó valores mayores al final del segundo día y, por debajo de 0,70 al final del tercero, valores que se corresponden con los datos publicados por Blaxter (1965), al evaluar el estado de inedia en rumiantes.

Se encontró la misma tendencia que a las 72 horas. El genotipo Blanco mostró valores inferiores ( $p < 0,01$ ) en el cociente respiratorio como en la producción de calor, con 0,61 y 129,36 kJ/kgW<sup>0,75</sup>/día para cada caso. Lo anterior se podría asociar a mecanismos de adaptación de los ovinos Pelibuey a las condiciones ambientales y de manejo presentadas. Fonseca-Fuentes (2003) indicó un comportamiento similar, al evaluar indicadores

del metabolismo gasoenergético del ovino Pelibuey en diferentes horas del día.

La producción de calor es el resultado del equilibrio entre la energía térmica producida y la energía térmica disipada. En dependencia de la temperatura del aire, los animales podrán, hasta cierto punto, mantener su temperatura corporal por medio de la vasodilatación (aumento del flujo sanguíneo) y el aumento de la temperatura superficial. A mayores temperaturas, los animales empiezan a depender de otros mecanismos, como la evaporación, ya sea a través de la sudoración o la respiración. Estos resultados coinciden con otras pesquisas, donde las variables fisiológicas aumentaron con el incremento de la temperatura a través del día, en condiciones de estrés calórico como de termoneutralidad (Seixas *et al.*, 2017).

A pesar de las diferencias entre los genotipos y desde el punto de vista biológico, la producción de calor obtenida es normal para ovinos y caprinos. Además, se considera que el mecanismo evaporativo, asociado al comportamiento de la frecuencia

respiratoria, parece ser el principal mecanismo de disipación de calor de los ovinos Pelibuey en las condiciones evaluadas, lo que concuerda con lo expresado por Saldaña-Ríos (2016).

### Conclusiones

Los ovinos Pelibuey sometidos a ayuno no alcanzaron el metabolismo basal hasta las 96 horas después de suspendida la alimentación, período en el que se alcanzaron cocientes respiratorios por debajo de 0,70, propios de la degradación de las grasas.

La producción de calor mostró diferencias significativas entre los genotipos de ovinos Pelibuey estudiados, indicador que afecta la eficiencia de utilización de la energía para la ganancia de peso, como respuesta al manejo de la dieta y los factores ambientales.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

### Contribución de los autores

- Norge Fonseca-Fuentes. Concepción y dirección de la investigación, análisis e interpretación de los datos, redacción del artículo.
- Leticia Tamayo-Ojea. Recolección, análisis de datos y redacción del artículo.
- Rafael Garcés-Sariol. Recolección de datos, análisis y discusión de los resultados.
- Alejandro Noel Fonseca-Serrano. Recolección de datos y análisis y discusión de los resultados.
- Jorge Orlay Serrano-Torres. Análisis e interpretación de los datos y redacción del artículo.
- Juraj Grizelj. Análisis e interpretación de los datos y redacción del artículo.

### Referencias bibliográficas

- Blaxter, K. L. *Metabolismo energético de los rumiantes*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1965.
- Castillo, D. A.; Gaitán, J. J. & Villagra, E. S. Direct and indirect effects of climate and vegetation on sheep production across Patagonian rangelands (Argentina). *Ecol. Indic.* 124:107417, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107417>.
- Cedeño-Saldarriaga, M. A. *Sensibilidad al estrés térmico de ovejas lecheras: El caso de la raza Manchega en la granja experimental de la UAB*. Máster oficial en Calidad de alimentos de origen animal. España: Universitat Autònoma de Barcelona, 2017.
- Cristóbal-Trinidad, M. G. & Pagan-Saldívar, T. G. *Estudio comparativo de los parámetros fisiológicos en ovinos criollos*. Tesis para optar el título de

Ingeniero Zootecnista. Cerro de Pasco, Perú: Escuela de Formación Profesional de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/573/1/T026\\_42075050\\_T.pdf.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/573/1/T026_42075050_T.pdf.pdf), 2018.

- Cruz-Gamboa, S. A. de la. *Desarrollo de un sistema electrónico para registro cardiovascular y temperatura auricular, auxiliar en la determinación del estrés calórico en ovinos*. Tesis como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencia Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz, México: Universidad Veracruzana. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50966/CruzGamboaSaul.pdf?sequence=3&isAllowed=y>, 2020.
- Dougherty, R. W., Ed. *Physiology of digestion in the ruminant*. Washington: Butterworth, Inc., 1965.
- Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11 (1):1-42, 1955. DOI: <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Fonseca-Fuentes, N. *Contribución al estudio de la alimentación del ovino Pelibuey cubano*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2003.
- Fonseca-Fuentes, N.; Costa-Gómez, P. J.; La-O-Arias, M.; Ponce-Palma, Isela; Vázquez-Aldana, J. & Miranda-Miranda, O. Resultados del metabolismo energético del ovino Pelibuey bajo las condiciones de Cuba. *Rev. prod. anim.* 20 (1):3-7. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/2996>, 2008.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.
- Kimakovski, V.; Ortiz, R. & Benítez, D. *Metodología para la alimentación y consumo de hierbas en pastoreo*. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 1979.
- Lines, R.; Demedio, J.; Cartas, J.; Meireles, Teresa & Roque, G. *Manual práctico de parasitología y enfermedades parasitarias*. San José de las Lajas, Cuba: ISCAH, 1980.
- López, R.; Pinto-Santini, L.; Perozo, D.; Pineda, J.; Oliveros, I.; Chacón, T. *et al.* Confort térmico y crecimiento de corderas West African pastoreando con y sin acceso a sombra artificial. *Arch. Zootec.* 64 (246):139-146, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v64i246.388>.
- Neves, Maria L. M. W.; Azevedo, M. de; Costa, Lígia A. B. da; Guim, Adriana; Leite, Amanda M. & Chagas, Juana C. Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês

- criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco. *Acta Sci.-Anim. Sci.* 31 (2):169-175, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i2.3766>.
- Reyes, J.; Herrera, M.; Marquina, J. R.; Enjoy, D. D. & Pinto-Santini, L. Ambiente físico y respuestas fisiológicas de ovinos bajo sombra en horas de máxima radiación. *Arch. Zootec.* 67 (259):318-323, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v67i259.3786>.
- Saldaña-Ríos, C. I.; Ortega-Ríos, H. & Díaz-Granados, D. Constantes fisiológicas de ovinos Pelibuey, Dorper y Katahdin en ecosistema de Bosque Húmedo tropical. *Ciencia Agropecuaria.* 25:118-130. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/101>, 2016.
- Seixas, Luiza; Melo, C. B. de; Tanure, Candice B.; Peripolli, Vanessa & McManus, Concepta. Heat tolerance in Brazilian hair sheep. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 30 (4):593-601, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0191>.
- Sejian, V.; Kumar, D.; Gaughan, J. B. & Naqvi, S. M. K. Effect of multiple environmental stressors on the adaptive capability of Malpura rams based on physiological responses in a semi-arid tropical environment. *J. Vet. Behav.* 17, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvbe.2016.10.009>.
- Serrano-Torres, J. O.; Villares, A.; Manuel-Malamba, F. D.; Martínez-Melo, J.; Mazorra, C.; Borroto, Ángela *et al.* Euclidean distance: integrated criteria to study sheep behaviour under heat stress. *Not. Sci. Biol.* 13 (1):10859, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15835/nsb13110859>.
- Serrano-Torres, J. O.; Martínez-Melo, J.; Fonseca-Fuentes, N. & Manuel-Malamba, F. D. Indicadores fisiológicos y ambientales como predictores de estrés térmico en ovinos de la raza Pelibuey. *Revista Científica Agroecosistemas.* 8 (3):143-147. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/437>, 2020.
- Valadares-Filho, S.; Silva, L. F. C. e; Gionbelli, M. P.; Rotta, Polyana P.; Marcondes, M.; Chizzotti, M. *et al.*, Eds. *Nutrient requirements of zebu beef cattle BR-Corte.* 3rd ed. Vicosa, Brazil: UFV, ZCO, 2016.
- Valdés-Hernández, G. & García-López, R. *Medidas, conversiones e indicadores de empleo en las actividades ganaderas.* San José de Las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2002.
- Vera-Herrera, I. Y.; Ortega-Cerrilla, M. E.; Herrera-Haro, J. G. & Huerta-Jiménez, M. Bienestar en ovinos y su evaluación. *Agro Productividad.* 12 (9). <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1389>, 2019.
- Vicar Farmacéutica S.A. *Manual ganadero.* Bogotá: Vicar Farmacéutica S.A. [http://www.vicar.com.co/manual\\_ganadero7.html](http://www.vicar.com.co/manual_ganadero7.html), 2015.
- Vicente, R.; Macías, U.; Avendaño, L.; Correa-Calderón, A.; López, M. & Lara, A. Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 11 (1):205-222, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923>.
- Weiß, C. STATISTICA, Version 8. *AStA Advances in Statistical Analysis.* 91 (3):339-341, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10182-007-0038-x>.